



(独)土木研究所での 建設ICTの取り組み

独立行政法人土木研究所
技術推進本部 主席研究員 藤野 健一



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

本日の話題

- 建設生産システムと情報化施工
- 情報化施工で注意すべき点
- 将来の情報化施工 ～今後の展望～



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

建設生産システムと 情報化施工



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

建設生産システムの特性

- 建設生産システムは自然の中で行われる生産活動である。
- 建設生産システムは生産設備と製品の位置関係の把握・調整が難しい。
- 変化する土木構造物
- 建設生産システムのキーは現場技術者



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

絶対的な基準点を持つ工業生産との違い

土木建設業では…

製造業では…

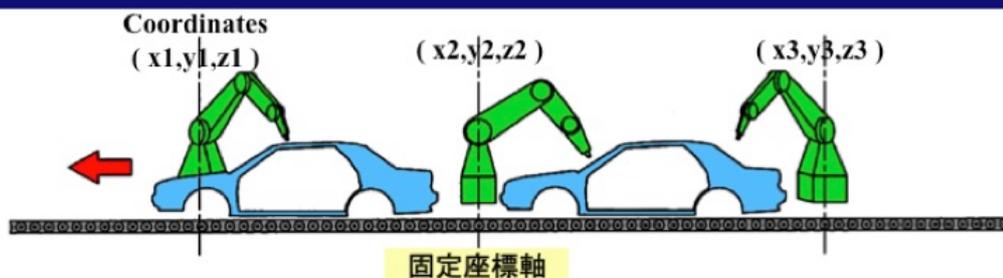


作業機械自体が移動するうえに移動場所が平滑とは限らない為、作業装置の座標の確定が困難

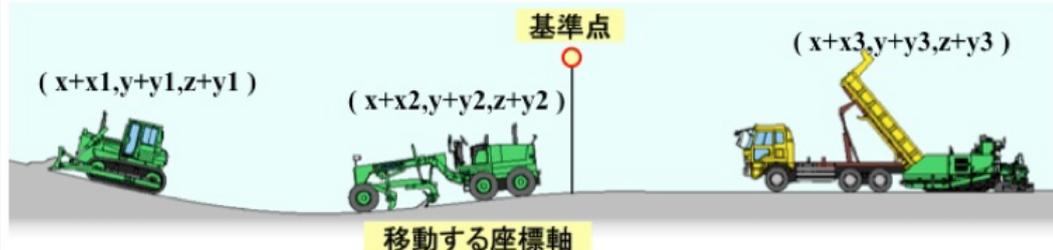
作業機械が固定されている為、作業装置の座標の確定が容易



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.



(a) 製造業: Toolが固定されている為、必要な座標が得やすい



(b) 建設業: Tool(座標軸)が移動する為、相対位置座標の設定が困難

生産手段の違いによる作業座標の設定方法



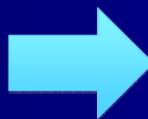
Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

建設生産での座標

- 基準点と水準器等



- GNSSの導入
- TSの進化



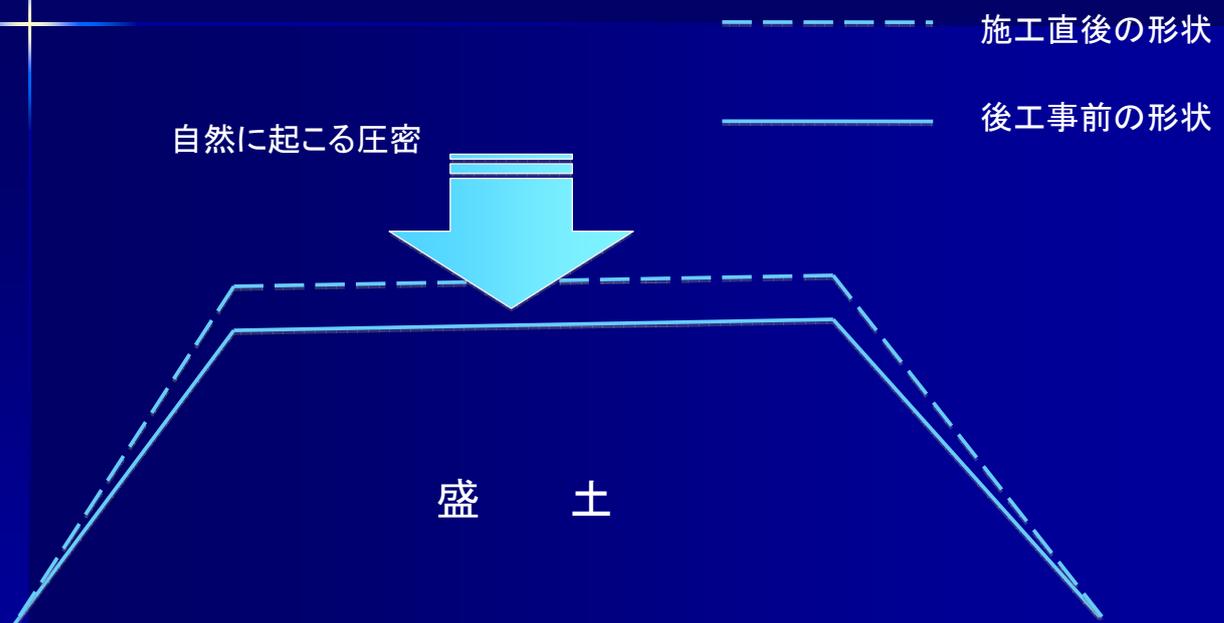
建設生産システムでの
・絶対的位置の把握
・簡便な位置把握
・電子データとしての位置取得

建設生産システムの革新



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

時間経過で変化する土構造物



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

自然相手の生産システムだから……

建設施工システムは

- 「随時構造物等の形状を確認すること」が必要
- 常に周囲の条件に整合させることが必要



現場合わせは絶対条件

施工のための設計データは日々進化する



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

施工承諾図を科学する

発注者

施工業者

発注図面



【問題点】

- ・設計に使用される地形測量・土質データは代表点にすぎない
- ・材料、特に土について現実には均一性が担保できない

受領した図面等の照査

+

任意部分の確定

+

技術提案/VE



施工承諾図



施工図

- ・周辺構造物との取り合い
- ・環境変化への対応
- ・住民協議



協議/設計変更



施工図の修正



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

建設生産システムは最前線が命

- 発注図面の不備のチェックを含む照査
- 周囲との取り合いで設計施工を調整している現場技術者



現場合わせは建設生産システムの必然！！

現場技術者があってこそその情報化施工



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

ポイント

- 設計は日々進化する！！
- 現場合わせは現場の品質向上活動



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

情報化施工で注意すべき点



Copyright © 2020 PWRI All Rights Reserved.

従来の設計成果を使用する上での課題 (コンサル成果=2次元データから3次元データを作成する際の問題点等)

■ 必要な情報の欠落（特に横断形状）

- (例1) 暫定的な条件での発注の場合、施工段階での協議を前提
- (例2) 必要な寸法・高さが図面上に明記なし（手計算、描画の読み取り）

■ 中心線形（法線、道路線形）

【河川土工】築堤盛土では暫定断面での発注がほとんどで複数の法線が存在
【道路土工、舗装工】2車線暫定供用等の場合で、最終断面の中心線形のみの場合も
線形計算上の桁落ちなどで中心線形が定義ができない場合がある(片押し法とIP法の違い)

■ 現況地形、既設構造物位置の不一致 (現況との不一致)

設計から発注まで、土工事から舗装工事までのスパン、設計段階の測量精度により不一致が発生
工事測量、設計照査を受けた変更協議、最終図面に対して3次元データを作成
図面変更を伴わない場合など3次元データの対応
断面間の“地山との交点”=設計範囲外となりICTが使用不可→3次元データは設計より外側に



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

従来の設計成果を使用する上での課題

(コンサル成果=2次元データから3次元データを作成する際の問題点等)

■ 施工計画の反映（盛土工、舗装工）

設計成果は最終仕上がり

→盛土工等などの段階的な施工は、施工計画にしたがう各段階のデータ作成が必要

■ 曲線部での断面間の補完（掘削工、法面整形工）

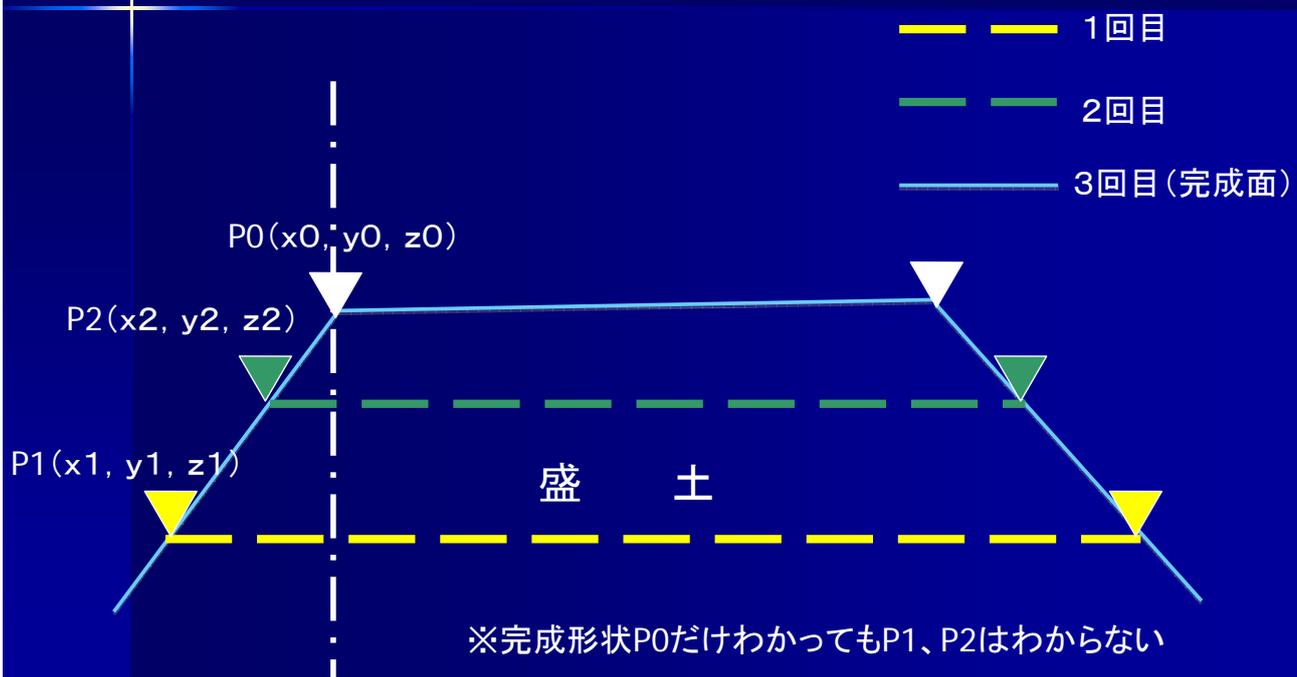
法肩、法尻線は、断面間を直線的に補完されるため、曲線部は断面の追加が必要
拡幅部、既設構造物の摺り付け部などでブレイクラインの追加が必要な場合も(施工可能な法面向き)

→従来で施工業者が検討・工夫していた部分=従来の設計成果との違い(新たな視点)



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

施工段階毎に必要なMCデータ



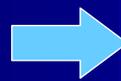
Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

MCデータは電子丁張り

- 丁張りは施工段階ごとに行われる
- 丁張りは現場技術者が行う品質管理の目印
- 丁張りの設置は最後の現地確認。必要性を判断して現場あわせの調整



- ① 丁張りは施工者の品質管理の要
→ ほかに任せられない
- ② 丁張りは現場あわせの影響を受ける
- ③ 丁張りは施工段階ごとに設置



- 電子丁張り(MCデータ)
- ・ 施工者が責任を持って作成
- ・ 現場あわせに対応できるように、現場でのデータ修正への対応(要員・機材等)



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

測位システムと測位精度

LPS MC/MG (光学測量機器)

Local Positioning System

〈特徴〉

- ・ 精密な測位
- ・ 制御情報の伝達
- ・ 測量機器としても活用
- ・ 有効半径の制限
- ・ 1対1制御
- ・ 天候による使用制限



GNSS MC/MG (人工衛星)

Global Navigation Satellite System

〈特徴〉

- ・ 単独での測位
- ・ 複数機器での運用
- ・ 現場間のデータ共有
- ・ 測量精度の限界
- ・ 衛星状態による制限
- ・ 外国衛星頼み
- ・ 基地局の設置必要



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

将来の情報化施工

～今後の展望～



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

将来の情報化施工

～今後の展望～

- 情報化施工のコスト分担と導入インセンティブの醸成 → 入札契約と積算
- 最適な業務プロセス(デザインビルドは是か非か)
- 安全・品質管理面でのメリット
- 維持管理におけるデータの活用
- 検査・監督の合理化

トータルステーションを用いた出来型管理の検査・監督要領(案)

河川土工編・道路土工編



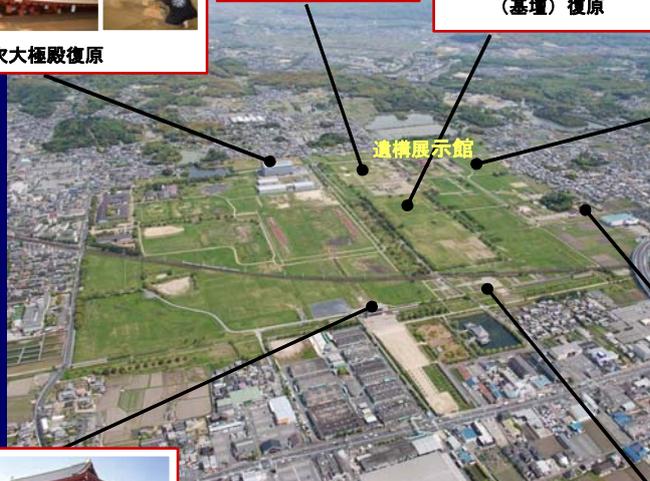
Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

情報化施工を活かした事例



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

平城宮跡



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

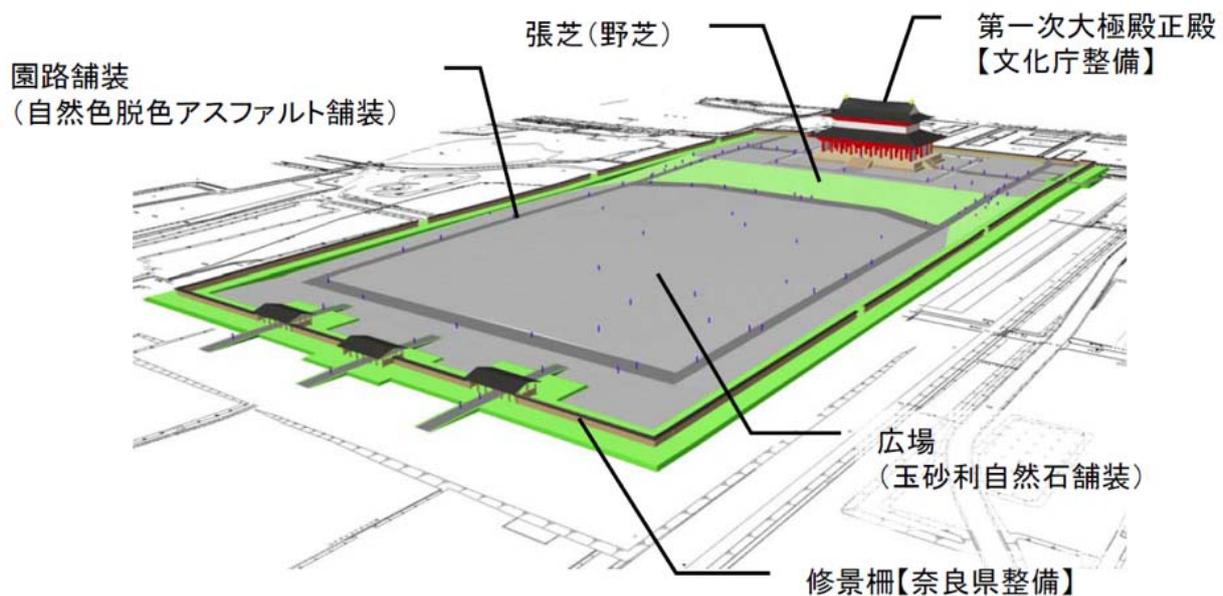
平城宮跡第1次大極殿院広場 整備工事の概要

・敷地造成工	掘削	16,830m ³
	路体盛土	12,100m ³
	軽量盛土	2,039m ³
・植栽工	張芝工	13,950m ²
・雨水排水設備工	U型側溝	1,944m
	雨水枡	53基
	管渠工	470m
・舗装工	天然砂利舗装	27,400m ²
	自然色舗装	4,020m ²



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

第1次大極殿院広場整備



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

文化遺産を守るための対策

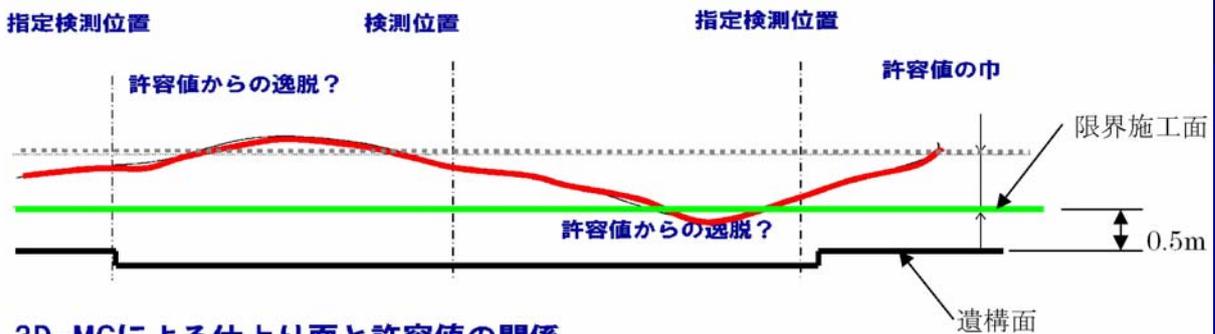
＜条件に対する対策＞

1. 遺構の損傷リスクの低減 ⇨ **情報化施工**
2. 広場全面での遺構への負荷を低減
⇨ **運搬車両及び使用重機も含めて作業荷重を制限**
3. 完成後における遺構の保護
⇨ **地盤から遺構面までの最少厚(+50cm)の確保**
4. 軟弱地盤区域 ⇨ **地盤対策(EPS工法)**

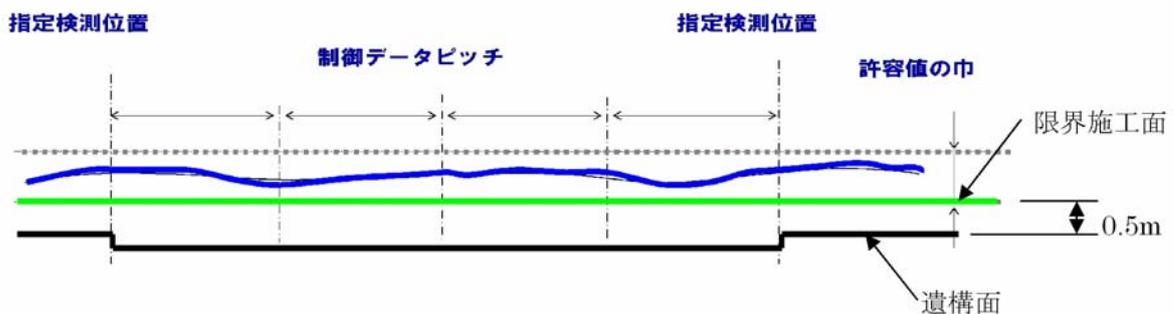


Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

従来の仕上り面と許容値の関係



3D-MCによる仕上り面と許容値の関係



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

◆ 現地での使用機械と配置



④ 3次元マシンコントロールシステム
(ブルドーザー・グレーダー)



③ GPS自動追尾転圧管理システム(タイヤローラ)



① GPS基地局



⑤ マシンガイダンスシステム
(バックホウ)



② 回転レーザー



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

◆ バックホウ施工時の表示画面



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

平城宮跡広場工事への 導入効果と課題

(導入効果)

- 埋蔵文化財を保護する画期的手法。
- 約2.5ヶ月の全体工期に対し工期短縮 11日程度
- 丁張りがなくなることによる工事手続きの簡素化
- 良質な出来形

(課題)

- TS適用範囲が限定的
- 基地局が恒常的に設置できなかったことによる手間
- 高い機器コスト



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

出来形計測と安全



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

無人化施工と情報化施工



工事名: 荒砥沢Ⅱ(H21)治山工事
発注者: 林野庁東北森林管理局宮城北部森林管理署
施工者: 熊谷組



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

まとめ

- 建設生産システムの特性に見合ったICTの導入(現場あわせは必然)
- 専門化・分業化した中で情報化施工の進め方は今までのプロセスとは異なる。工夫が必要。(データ作成の最適プロセスとは)
- よい設計・発注者の適切な業務対応が情報化施工の成功を生む
- 安全・品質などで情報化施工のメリットを引き出せ！！



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

参考



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

情報化施工は様々な施工情報システムの総称

情報化施工の代表例と活用効果(例)

技術名	効果・機能			
	操作系		品質管理系	
	操作支援 (3DMG)	半自動運転 (3DMC)	簡易計測	自動計測
TS・GPSによる 出来形管理システム (土工)			○	
同 (舗装工)		○	○	△
土工(グレーダー/ ドーザー)		○		
土工(バックホウ)	○			
土工(締め固め: 転圧回数管理)	○			○ (回数:密度)
土工(締め固め: 加速度応答)	○			○(強度)

凡例: ○ 該当 △一部該当



Copyright © 2010 PWRI All Rights Reserved.

情報化施工用電子データの取り扱い ～3次元CADと2.5次元CAD～

- TSによる出来形管理要領(国交省)
データ交換方式:XML形式(標準)
- MC/MGコントローラ用データ
データ交換方式:任意
(CSV,DWG、SXF・・・)

